DE
VITA MUSCULORUM
OBSERVATIONES ET EXPERIMENTA.

DISSERTATIO

INAUGURALIS PHYSIOLOGICA

QUAM

CONSENSU ET AUCTORITATE

GRATIOSI MEDICORUM ORDINIS

IN ALMA LITTERARUM

UNIVERSITATE REGIA FRIDERICIA GUILELMIA RHENANA

UT SUMMI

IN MEDICINA ET CHIRURGIA HONORES

RITE SIBI CONCEDANTUR

DIE XXVI. M. IANUARII ANNI MDCCCXLI

PUBLICE DEFENDET

AUCTOR

EDUARDUS ENGELHARDT

GUESTPHALUS.

OPPONENTIBUS:

FR. KLAES, MED. ET CHIR. CAND.

H. KLEIN, MED. ET CHIR. CAND.

W. WACHENDORF, MED. ET CHIR. DD.

(Cum tabula lithographica.)

BONNAE,

TYPIS CAROLI & FRIDERICI KRÜGER.

MDCCCXLI.

. . . . . . Jedes neue Verhältniss, dass an den Tag kommt, jede neue Behandlungsart, selbst der Irrthum, ist anregend und für die Folge nicht verloren.

Göthe.

REVERENDISSIMO ET ILLUSTISSIMO

DOMINO DOMINO

FRIDERICO CLEMENTI

EPISCOPO PADERBORNENSI

ETC. ETC. ETC.

LIBERO BARONI A LEDEBUR - WICHELN

FAUTORI SUO

IN AEVUM VENERANDO.

NEC NON

VIRO ILLUSTRISSIMO

FRIDERICO NASSE

MEDICINAE, CHIRURGIAE ET PHILOSOPHIAE DOCTORI, REI MEDICAE CONSILIARIO INTIMO, PROFESSORI PUBL. ORD., DIRECTORI CLINICI MEDICI BONNENSIS, SOCIET. LITTER. COMPLUR. SODALI, EQUITI ETC.

PRAECEPTORI DILECTISSIMO

PIO GRATOQUE ANIMO

HASCE

STUDIORUM PRIMITIAS

SACRAS ESSE VULT

AUCTOR.

Prooemium.

Quamnam dissertationi inaugurali conscribendae idoneam materiam e tanta rerum medicarnm abundantia potissimum eligerem, diu in dubio versanti, pergratum fuit consilium Ill. Nasse, praeceptoris maxime colendi, ut experimenta ad musculorum physiologiam spectantia instituerem. Libentissime ad rem aggressus sum et animus mox ita alliciebatur, ut omne fere, quod assistenti mihi in clinico supererat tempus, ei inves-

tigandae navarem. Quae inveni, benevolo lectoris iudicio hisce propono.

Restat, ut gratias agam quam maximas Viro Ill. NASSE pro singulari erga me benevolentia, qua in dissertatione elaboranda et libris et consilio me adiuvit.

De fontibus irritabilitatis musculorum.

Facultatem musculorum sese contrahendi non fibris muscularibus ipsis esse propriam, quod Albertus ab Haller[1]) putaverat, sed impertiri iis per nervos, per quos omnia irritamenta in musculos agerent eosque ad contractionem incitarent, nunc satis probatum est[2]). Quam facultatem musculorum opinione quidem Halleri relicta eadem, qua usus est, voce designamus.

Quaerebatur, num haec nervorum proprietas, qua musculos ad contractionem aptos reddunt, ipsis insita esset, aut ex alio fonte origenem traheret. Observationes enim innotuerant, quae cerebri influxu necesse esse ad facultatem musculorum sese contrahendi negare viderentur. Prochaska[3]) in rana, cui medullam spinalem absciderat in dorso, per aliquot dies, quos animal supervivebat, irritando medullae spinalis partem eam, quae infra erat sectionem, convulsiones in artubus inferioribus provocare poterat. Qua observatione enarrata ita pergit, „dein quod vis nervosa in nervis diu persistere possit citra cerebri

1) Element. Physiol. Tom. IV. Lausan. 1766. pag 400.

2) *Müllers Physiologie Bd. II. pg. 49.*

3) Opera minora Ed. 1800. p. 84.

auxilium probare videntur musculi paralytici, in quorum nervis ob compressionem aliquam praeter naturalem totum commercium cum cerebro sublatum est, nihilominus tamen a stimulo electricae scintillae longo tempore paralytici musculi convelluntur.« Nysten[1]) in musculis duorum hominum, qui apoplexia morti succubuerant, circiter per duodecim horas post mortem galvanismo contractiones provocare poterat. Aliae observationes necessitatem influxus medullae spinalis negare videbantur. Legallois[2]) in cuniculo partem lumbalem medullae destruxerat, nihilominus longo tempore, quoties nervos ischiadicos irritabat, membra inferiora convelli videbat. Wilson Philip[3]) idem affirmaverat, nervum a communicatione cum medulla et cerebro separatum per longum tempus irritabilitatem retinere. Alii observatores idem invenerant. Num et quamdiu nervi, a centris nervorum separati, irritabilitatem retinerent, I. Müller et Dr. Sticker[4]) experimentis invenire studuerunt. In duobus cuniculis et cane e nervo ischiadico unius lateris pars excidebatur. In uno cuniculo post duos menses et tres hebdomades neque galvanicus stimulus excitatus per unum laminarum par, neque irritatio vehemens mechanica, quibus et nervum et musculos ipsos aggrediebantur, contractiones musculorum excitabat. In cane post duos menses et duos hebdomades nervus irritabilitatem omnino amiserat, musculi vero

1) Recherches de Physiologie a Paris 1811, pg. 369.
2) Oeuvres de Legallois 1824, pg. 23 et 24.
3) Philosophical Transactions 1833, P. I. pg. 62.
4) *Müllers Archiv 1834. p. 202.*

ipsi irritati pauxillum tremebant. In altero cuniculo, etsi quinque tantum hebdomades ex operatione praeteriissent neque nervis, neque musculis irritatis convulsiones provocâri poterant. Dr. Sticker concludit ex hisce experimentis, nervos, si commercio cum *cerebro* exclusi essent, post certum temporis spatium irritabilitate privari, eamque tum in musculis quoque extingui. Cum vero in illis experimentis nervi non solum a cerebro, sed quoque a medulla spinali seiuncti essent, nimis conclusit, cerebro influxum in nervos concedens, qui forsan potius medullae spinali tribuendus erat. Quae I. Müller [1]) ex illis experimentis concludit, nervos nempe, quando eorum connexus cum centris nervorum turbatus esset, irritabilitatem sensim amittere, utrum cerebrum, utrum medulla sit fons irritabilitatis nervorum, non satis declarant. Hanc dubitationem Marshall Hall[2]) componere studet. Discrimen esse docet inter eam paralysin, quae ex morbo cerebri et eam, quae ex morbo medullae pendeat. Observatio pathologica, secundum quam membra paralytica nuce vomica interne adhibita et galvanismo saepe prius sanis afficiuntur, huic rei diiudicandae eius animum adduxit. Quam observationem Segalas d'Etchepare [3]) ita explicaverat, quod membra, si influxu cerebri privata essent, roboris sui partem amitterent, itaque veneno aut galvanico stimulo exposita prius quam sana convelli cogerentur. Quod alii invene-

1) *Müllers Physiologie Bd. I. p. 640.*

2) *Müllers Archiv 1839. p. 200.*

3) Mémoire sur l'emploi de la noix vomique dans les paralysées par M. Fouquier 1815.

rant, M. Hall quoque invenit. Cum in compluribus paralyticis galvanismum adhiberet, semper membra resoluta prius sanis tremere inceperunt et si utraque convellebantur, tremor in illis hisce semper maior erat. Quibus observationibus adiunxit experimentum. In sex ranis medullam spinalem infra plexum brachialem dissecuit praetereaque ex nervis ischiadicis dextris partem excidit. Post complures hebdomades irritabilitas crurum dextrorum sensim decreverat, sinistra vero alacriter convellebantur, quoties per aquam, in qua ranae submersae erant, fluidum galvanicum ducebatur. Strychnino interne dato crura sinistra spasmis corripiebantur, dum dextra flaccida remanebant. Cum utrumque crus a reliquo corpore seiunxisset, hoc irritabilitatis discrimen quoque sese manifestabat. In duobus casibus pathologicis, in quorum priore unum brachium ex luxatione humeri, in altero unum crus ex affectione vertebrarum lumbalium paralysi affecta erant, haec membra resoluta pro stimulo galvanico minus irritabilia ac sana invenit. Ex omnibus hisce concludit M. Hall, paralysi membrorum ex affectione quadam cerebri originem trahente, eorum irritabilitatem minime extingui, immo maiorem reddi, commercio vero nervorum cum medulla turbato, eorum irritabilitatem sensim decrescere tandemque omnino deleri. Medullam, non cerebrum esse fontem, ex quo nervi eam vim, qua ipsis ad musculos movendos opus esset, traherent. Cerebrum voluntatis actionibus irritabilitatem musculorum minuere; quia musculi, influxui cerebri non expositi irritabilitate crescerent, quoque accidere, ut nux vomica, galvanismus, motus

respirationis, animi affectus eos magis afficerent ac musculos sanos. Somnum, quia actiones voluntatis tolleret, irritabilitatem musculorum iterum restituere.

Ad haec adnotanda quaedam mihi videntur. Iam ante M. Hall Ill. Nasse[1]) similia experimenta instituerat. Medulla oblongata in compluribus ranis dissecta plexum nervorum unius lateris discidit. Quo facto invenit, musculos eorum crurum, quorum nervi a medulla spinali separati fuerant, longius irritabilitatem contra stimulum galvanicum servare ac crurum, quorum nervi cum medulla cohaeserant. Idem ego in magno experimentorum numero, quae in iis, quae sequuntur, uberius tractata invenies, observavi. Eodem modo ac M. Hall instituisse me ea declarare hic sufficiat. Utrum ante aliquot dies, utrum ante hebdomades, immo menses operationem institueram, semper irritabilitatem in iis cruribus, quorum nervos dissecueram, longius durare observavi. Quae quidem contra opinionem M. Hall pugnare videntur, qui ex experimentis et observationibus suis concludit, medullam spinalem esse fontem irritabilitatis musculorum; quod si verum esset, non intelligendum foret, quomodo in cruribus, quae longum per tempus commercio nervorum suorum cum medulla privata fuerant, irritabilitas longius remanere posset ac in iis cruribus, quae continuo influxu medullae spinalis frui potuerant. Haec omnia Ill. Nasse[2])

---

1) *Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie Heft II. pag. 258.*

2) Lib. cit. pag. 259.

clarissime exposuit hisce verbis: »*Es führen die Ergebnisse dieser Versuche nun weiter zu den Folgerungen, dass das Rückenmark schwerlich einen unmittelbaren Einfluss auf die Erhaltung der Reitzbarkeit hat, da seine länger dauernde Einwirkung auf ein Glied jene keineswegs längere Zeit erhält, was denn zu Gunsten der Vermuthung ist, das Entziehung des Rückenmarks-Einflusses erst mittelbar durch allmählige Veränderung der Ernährung die Reitzbarkeit aufhebe*«. Praeterea M. Hall declarans, irritabilitatem musculorum, quorum nervi a medulla spinali separati sint, sensim descrescere, omisit adnotare, hoc tantum in iis casibus valere, in quibus impedimenta obstant, quominus nervi dissecti coalescere possint. Aliter irritabilitas iterum inscrescit immo motus voluntarius redire potest, quod novissimis temporibus Steinrück[1]) experimentis extra omnem dubitationem posuit, quodque mihi quoque in compluribus casibus observare contigit. Cum ex iis quae attulimus, satis elucere mihi videatur, medullam spinalem non directa via facere ad procreandam et conservandam irritabilitatem musculorum, altera quaestio obiici potest, quomodo fiat, ut nervi a medulla spinali separati tam longe irritabiles maneat. Sunt qui putent, in nervis a medulla spinali seiunctis partem vis vitalis, quam a medulla acceperint retineri tam diu, donec musculorum actionibus exhausta esset. Quam oppinionem vero nullis argumentis firmasse mihi videntur, contra quam praeterea experimentum a Legallois in cuniculo institutum, et

1) De nervorum regeneratione. Dis. inaug. Berol.

supra commemoratum et mea experimenta pugnant, in quibus inveni, musculorum actiones in membris, quorum nervi dissecti erant, stimulis provocatas saepiusque repetitas pro tempore quidem irritabilitatem minuere, nunquam vero exstinguere posse.

Altera est opinio eorum, qui hanc vim vitalem nervis ipsis insitam esse putant et tam diu in iis procreari, ac eorum nutritio non peccet. Legallois[1]) ita de hac re se exprimit: „Il parait donc, qu'il se fait dans toute l'etendue des nerfs une sécrétion d'un principe particulier.“ Huic opinioni ut assentiamur, experimenta, quorum mentionem feci, nos adducere videntur. Irritabilitas ergo nervorum eorumque musculorum, ad quos decurrunt, originem non trahit ex medulla, sed ex conditione vitali partis ipsius et tam diu conservatur et iterum restituitur si forsan actionibus debilitata est in membris paralyticis, ac eorum nutritio non valde peccat. Praeter Ill. F. Nasse quoque H. Nasse[2]) ad hanc opinionem inclinat „*Wahrscheinlich nimmt sie (die Reitzbarkeit) erst später ab, und zwar in demselben Maasse, als die Ernährung dieser Theile mangelhaft wird.*“

Experimenta quae sequuntur defendunt idem.

Experimentum I.

Ranae parte ossis coccygis excisa aortam abdominalem ligatura cinxi. Vulnus ligatura claudebatur. Brevi post operationem animal tam fortiter ac

1) Oeuvres de Legallois 1824. pg. 23 et 24.

2) *Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie Heft I. pag. 96.*

antea exsilire poterat. Septem vero horis praeterlapsis facultas saliendi evanuerat. Non nisi serpendo locum mutare poterat. In serpendo crura ad abdomen attrahebantur. Post quadraginta horas rana necata est. Nervis fluido galvanico expositis crura alacriter convellebantur; post septem horas nervi etsi musculis impositis eorum humiditas servata esset, irritabilitatem amiserant quod quoque iam post undecim horas in musculis accidit.

Experimentum II.

In alia rana cuius arteria iliaca dextra ligata erat post sex horas facultatem exsiliendi crure dextro amiserat. Cum post octoginta horas necata esset et nervi eodem stimulo galvanico afficerentur propellebatur a crure sinistro pondus 50, a crure dextro 36 drachmarum. Musculi cruris dextri irritabilitatem prius amiserunt.

Fowler[1]) in rana arteriam ischiadicam unius lateris ligatura cinxit. Crus debilius evasit, nihilominus vero ad saliendum aptum erat. Quatuor horis praeterlapsis rana occidebatur. Stimulo galvanico applicato in crure, cuius arteria libera remanserat, vividiores contractiones oriebantur et quidem hoc crus una hora longius altero irritabilitatem servabat. Cum in altero casu arteria per quatuor dies ligata fuerat, hoc crus viginti horis prius quam alterum

---

1) Experiments and observations relative to the influence lately discovered by *M. Galrani* and commonly called animal electricity by *Richard Fowler. 1794 Deutsch Leipzig 1796.*

irritabilitate privatum invenit. In hisce casibus influxus medullae in musculos crurum turbatus non erat. nutritio vero sublata ex arteriis ligatis effecit, ut quoque irritabilitas prius exstigueretur. Maioris momenti sunt alia experimenta, quae idem instituit. In rana nervum ischiadicum unius cruris dissecuit, alterius arteriam ligavit. Post duos dies animal necatum est. Viginti quatuor horas post mortem musculi cruris, cuius nervus a medulla separatus fuerat alacrius sese contrahebant, quam cruris, cuius circulatio sublata fuerat. In altero casu sex dies ex operatione praeterierant. Crus, cuius arteria cincta fuerat leves tantum stimulo galvanico admoto convulsiones passum est et post viginti duas horas irritabilitatem amisit. In altero crure, quod influxu medullae privatum fuerat ex eodem irritamento convulsiones valde vivaces oriebantur et duos dies irritabilitas remansit, postquam in priore iam exstincta erat. Cum idem experimentum in tribus aliis ranis instituisset, post sex dies idem invenit, irritabilitatem circulo sanguinis turbato prius exstingui, ac influxu medullae sublato. Concludit Fowler[1]) ex hisce experimentis circulum sanguinis maioris momenti esse ad irritabilitatem musculorum ac influxum medullae.

Experimenta III. et IV.

Operaé pretium mihi videbatur, haec experimenta repetere, et quidem ita, ut quantum omnino fieri posset, ab uno crure omnem sanguinem, ab altero

---

1) Lib. citat. pag. 141.

omne commercium cum medulla arcerem, quod quidem in experimentis a Fowler institutis non factum erat, qui nervos et arterias crurales incolumes reliquerat. Hoc consilio in duabus ranis incisione per integumenta os coccygis nudavi et musculis ileo coccygeis in utroque latere a coccyge separatis ex coccyge ipso mediam partem excidi. Quo facto cum aorta abdominalis et plexus nervorum sese manifestarent, in latere dextro arteriam iliacam ligatura cinxi, in sinistro plexum nervorum discidi. Vulnus ligaturis nodosis claudebatur. Post operationem crura sinistra omni motu voluntario privata rubriorem colorem offerebant, quam dextra, quibus ranae satis fortiter salire valebant. Post sex dies haec saliendi facultas quidem non exstincta erat, sed valde debilitata, ita ut cito defatigatio appareret. Una rana tum temporis occidebatur. Post duodecim horas musculi cruris dextri irritabilitatem contra stimulum galvanicum (usus sum catena ex lamina zincea et baculo argenteo) omnino amiserant, musculi vero cruris sinistri longius viginti horis servabant. Alteram ranam post septem dies necavi. Cum octodecim horae inde a morte praeterlapsae erant, crus dextrum, cuius arteria cincta fuerat, rigore correptum inveni omnemque eius irritabilitatem exstinctam, crus sinistrum vero in omnibus artubus flexile convellebatur, si stimulus galvanicus eius musculos tetigerat. Quadraginta horas post mortem adhuc irritabile inveni et post quinquaginta horas demum rigore correptum erat, attamen non eo gradu ac dextrum.

Merito ex omnibus hisce experimentis concludere possumus, sanguinis arteriosi circulum sublatum irrita-

bilitati musculorum magis nocere ac influxum medullae spinalis sublatum, porro, irritabilitatem musculorum pendere non tam ab influxu medullae quam a statu nutritionis neque influxum medullae sublatum aliter ac nutritione, turbata irritabilitatem musculorum debilitare tandemque tollere.

Qua ratione mutetur actio musculorum.

---

a) Nervis solis dissectis.

Omnes musculi cruris in rana tribus nervis cum medulla spinali cohaerent, qui in cavitate abdominis secundum os coccygeum decurrentes plexu inter se coniuncti sunt. Si nervus ischiadicus solus separatur, nervo sic dicto inguinali incolumi, rana femur ad abdomen adducere valet. Opus igitur fuit, nervos in cavitate abdominis ipsa discidere, aliter enim omnes musculi a commercio cum medulla omnino separari non possunt. Hanc operationem institui hoc modo. Incisione in integumenta dorsi secundum decursum ossis coccygei facta, musculus ileo-coccygeus unius lateris sectione longitudinali cultro dividebatur. Nervi hac ratione nudati hamulo caute protracti una discindebantur. Quo facto vulnus integumentorum sutura nodosa claudebatur. Ranae hanc operationem bene perferunt et post tres, quatuor dies vulnus externum ita agglutinatum esse solet, ut fila removeri possint. Crure incolumi satis fortiter exsilire possunt. Quam mutationem haec operatio in vi contractionis musculorum effecisset, ut metirer, capite abscisso, visceri-

busque abdominis remotis, nervi utriusque lateris stimulo galvanico aeque forti exponebantur, itaque pondus, quod utrumque crus superare valebat, inveniebatur.

Experimentum I.

Cum nervi cruris sinistri discinderentur vehementissimae convulsiones apparuerunt, quae vero statim desierunt. Post aliquot horas color cruris sinistri paululum rubrior colore dextri. Sexaginta horis praeterlapsis, caput abscindebatur, nervi nudati stimulo galvanico exponebantur, itaque pondera, quae utrumque crus movere par erat, inveniebantur. Numerus in hoc ut in ceteris experimentis significat drachmas

In hoc ceterisque experimentis, qualibet irritatione finita nervos musculis tegebam, itaque eorum exsiccationem prohibebam.

Crus sinistrum superabat	22;	dextrum	16,
post unam horam . .	12;	»	5,
post quatuor horas . .	5;	»	0.

musculi cruris sinistri longius irritabilitatem retinebant.

Experimentum II.

Nervi cruris sinistri discidi ; phaenomena eadem. Post sexaginta horas vis crurum haec:

Crus sinistrum superabat	39;	dextrum	11;
post unam horam . .	$12\frac{1}{3}$;	»	$6\frac{1}{2}$,
post quatuor horas . .	3;	»	0.

Experimentum III.

Nervis cruris sinistri discissis post sexaginta horas hanc crurum actionem inveni:

Crus sinistrum superabat $46^{1}/_{3}$; dextrum 21,
post unam horam . . . . 20; „ $8^{3}/_{4}$,
post quatuor horas . . . 0; „ 0.
Irritabilitas musculorum cruris sinistri longius durabat seriusque rigor in iis apparebat.

Experimentum IV.

In hoc casu nervos cruris dextri separaveram. Tribus diebus praeterlapsis, movebant crura haec pondera:

Crus sinistrum superabat 26; dextrum 43,
post $1^{1}/_{2}$ horas . . . 6; „ $19^{1}/_{4}$,
„ 3 „ levis musculorum motus, nullum pondus superans „ 7,
„ $4^{1}/_{2}$ „ debiliores motus ; „ $3^{1}/_{2}$.

In hoc quoque casu musculi cruris dextri serius rigore corripiebantur.

Experimentum V.

Crus sinistrum a commercio cum medulla seiunctum. Post sex dies vis utriusque cruris haec:

Crus sinistrum superebat 96; dextrum 48,
post 2 horas . . . . 12; „ 9,
„ 4 „ . . . $2^{1}/_{2}$; levis musculorum convulsio.

post 16 horas musculi cruris dextri ipsi omnem contra stimulum galvanicum et liq. Kali caust. irritabilitatem amiserant, musculi cruris sinistri, quoties catena clausa erat, convellebantur. Rigor mortualis crus dextrum multo prius maiorique gradu occupabat, quam sinistrum.

Experimentum VI.

Hic crus sinistrum per septem dies nervorum dissectione resolutum fuerat.

Crus sinistrum superabat 29; dextrum 21,
post 2 horas nulla musc. contractio; „ item.

Rigor mortualis in crure dextro prius sese manifestabat.

Experimentum VII.

Nervorum dissectione ante tres dies et dimidium instituta et quidem in latere dextro haec pondera movebantur.

Crus sinistrum superabat 39; dextrum 53,
post 2 horas . . . 6; „ 12.

Experimentum VIII.

Crus sinistrum resolutum, tempus paralyseos idem.

Crus sinistrum superabat 36; dextrum 27.

Post duodecim horas in Exp. VII. et VIII. ea crura, quorum nervi dissecti fuerant in omnibus artubus flexilia inveniebantur, dum cetera rigore mortuali correpta erant. In illis musculi liquore Kali caust. tincti tremebant, in his nullus inde motus exstitit.

Experimentum IX.

In hoc casu quatuordecim dies inde a separatione nervorum cruris sinistri praeterierant. Nervis stimulo galvanico expositis exoriebantur in crure dextro motus musculorum, quorum vis aequabat 56 drachmas, in crure sinistro nulla convulsio inde exstitit. Integumentis remotis, stimulus galvanicus con-

tra musculos cruris sinistri ipsos dirigebatur. Prima vice nulla musculorum contractio provocabatur, irritatione autem continuata contractiones apparuerunt, sensim alacritate crescentes. Spatio trium horarum praeterlapso, quoque dextri cruris nervi irritabilitatem contra galvanismum amiserant, musculi vero catena in ipsis clausa convellebantur et quidem vehementius iis cruris sinistri. Integumentis iterum inductis per decem horas ab omni irritatione me abstinui. Hoc tempore crus dextrum rigore correptum erat, sinistro aeque flexili ac antea. Musculi in hoc irritabiliores quam in illo. Post octodecim horas in musculis cruris dextri frustra contractiones excitare tentabam, musculi sinistri, quoties catena claudebatur, convellebantur. Nervorum et partem periphericam et centralem in loco dissectionis longitudine unius lineae tumentes et colore magis cinereo, quam cetera substantia prae se ferebat, tinctas inveni.

Experimentum X.

Rana, cui ante decem hebdomades nervi cruris sinistri dissecti erant neque motum voluntarium neque sensilitatem in hac parte recuperaverat. Cutem membri paralytici rubrius tinctam inveni. Capite abscisso et visceribus abdominis remotis, nervi dissecti massa cinerea, paululum pellucida, ambitum normalem nervorum superante coniuncti sese offerebant. Stimulus galvanicus supra hanc massam applicatus, nnllum in musculis motum excitavit, cum vero infra applicaretur, leves musculorum contractiones inde oriebantur quarum vis pondus movere non sufficiebat. Cum vero nervi cruris dextri irritarentur, intentio

musculorum apparuit, cuius vis 28 drachmas aequabat. Sex horis praeterlapsis, haec vis ad 14 drachmas decreverat. Post viginti octo horas crus dextrum multo rigidior erat sinistro; post triginta quinque horas musculi illius catena ex zinco et argento in ipsis clausa non contrahebantur, huius vero tantam irritabilitatem adhuc servabant, ut convellerentur quoties catena ex plumbo et argento in ipsis claudebatur.

Complectamur, quae ex hisce experimentis resultant. Primum nobis offertur mutatio coloris in membris, quorum nervi dissecti erant, quae aliter explicari nequit, nisi circulatione sanguinis in cute aliquo modo turbata. Marshall Hall ex destructione cerebri circulum sanguinis non sublatum observaverat. Bichat omnem systematis nervosi in circulationem sanguinis per vasa capillaria influxum negaverat. G. R. Treviranus et Baumgärtner contrariam sententiam firmare studuerunt. Ille circulum sanguinis in membrana natatoria ranae nervo ischiadico dissecto desinere observaverat. Hic cum nervum ischiaticum vehementi stimulo galvanico exposuisset, in plurimis casibus circulationi sanguinis finem imponere poterat. Quod attinet observationem G. R. Treviran i, ab aliis observatoribus firmata non est. Iam Baumgärtner contrarium invenit. H. Nasse[1]) abdomine aperto omnes nervos, qui plexnm sacralem constituunt, discidit et circulationem sanguinis plerumque non desinentem invenit. Ipse quoque, quoties omnes nervos, qui ad

1) *Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie Heft I. pag. 99.*

membra inferiora decurrunt in abdomine per aperturam prope os coccygis institutam discideram, rana ceterum incolumi, cursum sanguinis in membrana natatoria inde non desinere inveni. Observatio a Baumgärtner facta, uti I. Müller[1]) demonstrat, alia ratione explicari potest. Hic ea quoque experimenta, quae Wilson Philip et Koch instituerunt, non sufficere ad contituendum influxum nervorum in circulum sanguinis clare exponit. Cum galvanismum radicibus posterioribus nervorum membrorum inferiorum a medulla spinali separatis applicasset, mutationem in circulo sanguinis inde profectam non observavit. Ex omnibus hisce concludit, nervos verisimiliter circulum sanguinis per vasa capillaria non adiuvare. H. Nasse membranam natatoriam nervis dissectis pallescere observavit. Porro sese ope microscopii vidisse contendit, sanguinem minori copia per membrum paralyticum decurrere. Observationes meae contrarium docuerunt. Quoties nervos dissecueram, cutem et femoris et cruris rubriorem fieri inveni. Optime hoc conspici potest in latere inferiori crurum ranae esculentae, ubi cutis in statu normali fere albidi coloris est. Hic rubor saepius tantus fuit, ut vasa, quae antea non videbantur, nunc oculis non armatis sanguine repleta per epidermidem sese offerrent. Copia sanguinis igitur in membris paralyticis potius aucta quam minuta mihi videtur. Pro hac re experimentum quoque, ab H. Nasse institutum, certare puto. Nervis ranae unius lateris dissectis, in utrumque crus incisiones fecit aeque longas et profundas.

---

2) *Physiologie Band I. pag. 230.*

Quo facto sanguinem e vulnere cruris paralytici maiori copia effluere observavit. Influxum nervorum in cursum sanguinis per venas alio experimento probavit. Cum cani nervum cruralem et ischiadicum dissecuisset, ex vena crurali aperta et supra aperturam ligata pauxillum tantum sanguinis effluxit, et cum crus moveret, copia effluentis sanguinis non tam larga fuit ea, quae ex vena alterius cruris prosiliebat. Spectat huc observatio, quam fecit Günther [1]). Nervis penis in equo dissectis postero die penem tumidum invenit. Alia quoque a Magendie [2]) facta, qui aliquot dies, postquam nervum trigeminum dissecuerat, oculum rubentem observavit, idem firmare mihi videtur. Illum abnormem ruborem post menses etiam perstare inveni, neque prius disparere puto, quam nervi dissecti iterum ita cohäreant, ut centra nervorum liberum in eos influxum possint exercere.

H. Nasse verisimile esse opinatur post nervorum dissectionem vasa capillaria ex parte evanescere et lumina parvissimarum arteriarum et venarum coarctari. Observationem, quam fecit Baumgärtner, secundum quam circulus collateralis in membris, quorum nervi ante ligaturam vasorum dissecti erant, aegre tantum formatur, in suum favorem explicat. Ex observationibus meis vasa parva potius dilatari, quam coarctari elucet et difficultatem formationis circuli collateralis e turbata totius membri nutritione proficisci puto.

Quae omnia, si colligimus, dissectionem ner-

---

1) *Meckels Archiv 1828. p. 364.*

2) Journal d. Physiol. 4. 176. 304.

vorum ita afficere puto circulum sanguinis, ut eum retardet, ita quidem, ut sanguis eo gradu, quo per arterias advehitur, per venas non recurrat, et in vasis capillaribus maiori copia ac statu normali cumuletur. Quem effectum, num directe, scilicet mutatione actionis vasorum ipsorum, aut paralysi musculorum, qui arterias, venas et vasa capillaria amplectuntur, secum ferat, num nutritio membrorum paralyticorum turbata originem trahat ex connexu nervorum cum centris nervorum sublato, aut ex hoc tardiori sanguinis circulo, per quem non tanta materiei nutrientis copia, ac antea, advehitur, hanc rem diiudicare non audeo.

Quod attinet statum irritabilitatis, ex experimentis supra tractatis elucet, eam primis diebus post nervorum dissectionem maiorem gradum obtinere in musculis paralyticis, ac sanis. Locus est hic experimentorum, quae Valli[1]) et Fowler[2]) de hac re instituerunt, mentionem facere. Valli observaverat, nervo unius lateris in rana viva dissecto, post mortem crus resolutum musculorum irritabilitatem longius servare. Fowler quatuor ranas, quibus nervos ischiadicos unius lateris dissecuerat, occidit, unam post duos dies, secundam post quinque, tertiam post septem, quartam post novem dies. In nullo casu observavit, irritabilitatem musculorum aut maiorem esse, aut longius durare in iis cruribus, quorum nervi non dissecti fuerant, quam in paralyticis. In quinto casu, ubi

1) Experiments on animal electricity with their application to physiology by Eusebius Valli 1793.

2) Lib. cit.

*

ante tres menses et unam septimanam nervum ischiadicum disciderat, galvanismo in crure resoluto tam diu, quam in altero contractiones musculorum, leviores quidem excitare poterat. Ex experimentis meis elucet, primis post operationem institutam diebus gradum irritabilitatis et actionis musculorum non solum non minorem esse in membris, quorum nervi a medulla spinali seiuncti erant, quam in membris illaesis, immo maiorem.

Rationem actionis musculorum in cruribus paralyticis ad eam crurum sanorum numeris appropinquantibus hanc inveni:

Post	sexaginta horas	=	3 : 2;	(Exp. I.)
„	„ „	„	4 : 1;	(Exp. II.)
„	„ „	„	9 : 4;	(Exp. III.)
„	tres dies	„	2 : 1;	(Exp. IV.)
„	tres dies et dimidium		3 : 2;	(Exp. VII.)
„	„ „	„	4 : 3;	(Exp. VIII.)
„	sex dies	„	2 : 1;	(Exp. V.)
„	septem dies	„	3 : 2;	(Exp. VI.)

Hoc vero non ita intelligendum est, quod crus paralyticum maiorem actionem habuerit, ac in statu normali, sed actio eius cruris, cuius nervi incolumes manserant, ita decreverat, ut actione membri paralytici posset superari. Observationem ad hanc rem spectantem inveni apud Fowler.[1]) Ranam, cui ante quatuor dies nervum ischiadicum unius lateris dissecuerat, morte reptam reperit. Stimulo galvanico in eo crure, cuius nervo parserat, ne minimam quidem contractionem excitare poterat, dum alterum per plus quam

1) Lib. cit. p. 79.

duodecim horas satis fortiter sese contrahebat. Explicat rem ita: *„Der Schmerz, welcher vor einem solchen Tode (er glaubt, das Thier sei durch Zurückhaltung des Laichs gestorben) nothwendig vorherging, konnte die verschiedenen Theile des Thiers bloss vermittelst seiner Nerven treffen; und hieraus entstand die Befreiung jenes Theils von seinen Wirkungen, nach welchem die Gemeinschaft durch Nerven gestört war.“* E. Valli narrat, piscatores piscibus captis conterere cerebrum solere, quo longius putredinem arceant. R. Fowler hoc inde fieri putat, quod destructione cerebri omnem dolorem et debilitationem, quae corpus ad putredinem proclive reddant, prohibeant. Feras persequendo ad mortem agitatas prius putredine corripi dicunt. Hoc decrementum actionis musculornm, qui per nervos cum medullo et cerebro adhuc cohaerebant, quod in casu, quem Fowler observavit, morbo, quo animal demortuum erat, ortum invenimus, in experimentis meis per sequelas operationis ipsius, qua nervos dissecueram, effectum esse videtur. Rana, cui musculi dorsi dissecti et cavum abdominis apertum fuerat, ita, ut aër libere intrare posset, cui dissectio nervorum praecipue, applicatio suturae dolorem vehementem inflixerant, tam diu certe aegrotat, quam vulnera non satis sanata sunt. Verisimilius esse, ea membra, quae cum cetero corpore per nervos arcte cohaereant, huius aegritudinis maiori gradu participia ideoque magis debilitata fieri, iis, quorum nexus cum medulla et cerebro turbatus sit, merito Fowler mihi contendisse videtur. Membra, quorum nervi dissecti erant, venenis interne datis non eo gradu affici ac sana inveni. In duabus

ranis, quarum unam solutione Ext. conii mac., alteram solutione acidi arsenicosi infeceram, crura paralytica longius irritabilitatem servabant.

Si longius temporis spatium a dissectione nervorum praeterlapsum est, res aliter sese habet. Tum actionem musculorum membri paralytici ita minutam invenimus, ut ab actione membri incolumis longe superetur. Conferamus experimenta IX. et X. In priori nervi unius lateris ante duas, in altero ante decem hebdomades discissi erant. In illo per irritationem galvanicam nervorum crurum paralyticorum musculorum contractio oriebatur nulla, in hoc levissima, dum in illo actio cruris sani aequabat 56 drachmas, in hoc 28 drachmas. Quod nervi, qui ante duas hebdomades dissecti erant, nullam irritabilitatem contra stimulum galvanicnm offerebant, dum in illis, quos ante decem hebdomades discideram, tanta fuit, ut leves musculorum contractiones eorum irritatione provocari possent, non offendere nos debet. Irritabilitas enim in diversis ranis non semper eodem tempore evanescit et praeterea in secundo casu iterum nervos cohaerentes inveni, per quam cohaesionem irritabilitas, antea exhausta, per influxum medullae ex parte restituta esse poterat.

Porro, aliam rem in hisce casibus observare licuit, scilicet irritabilitatem in musculis resolutis longius durare post mortem ranae, ac in musculis sanis, nullo discrimine, utrum longius, utrum brevius ex dissectione nervorum tempus praeteriisset. Num dissectione nervorum, ante aliquod tempus instituta, membrum in conditione vitali talem mutationem subierit, ut, propriam quasi vitam degens, morte animalis non

eo gradu afficiatur, quam membra hucusque sana, et ideo irritabilitatem suam longius retinere possit, num maior copia sanguinis, quae in resoluto membro retinetur, faciat ad irritabilitatem longius conservandam, diiudicare non audeo.

Experimenta denique supra commemorata me docuerunt, rigorem mortualem apud ranas multo serius et nunquam eo gradu afficere membra, quae antea paralytica fuerant. Nysten contendit, musculos per hemiplegiam paralyticos rigoris eodem gradu ac sanos corripi. Idem affirmat Sommer accidere, nisi paralysis nutritionem eorum nimis affecerit. Busch observasse se enarrat, cerebro et medulla remotis rigorem prius, maiori gradu apparere, longiusque durare. Secundum Nysten et Sommer, in partibus, quarum vis antea non debilitata erat, fortior apparet. Utut res in hominibus et animalibus calidi sanguinis sese habeat, in ranis semper illud observavi. Quod Sommer observaverat, rigorem nempe saepius tum iam apparere, cum calor animalis nondum evanuerat, ego quoque in multis casibus et in hominibus et animalibus observavi. In uno casu, ubi puella tuberculosa pulmonum destructione defuncta erat in clinico medico Bonnensi, statim post mortem calor cubiculi augebatur ad 20°R., nihilominus post 5 horas cadaveris collum et membra superiora rigida inveni. Calor ventriculi eo tempore numerabat gradus 24. In membris paralyticis ranarum idem accidit, quoad gradum rigoris, quod in hominibus febri putrida, scorbuto demortuis aut fulmine ictis observatum est. In bestiis ad mortem exagitatis quoque minori gradu rigor appa-

ret.[1]) Omnino quo prius animalia post mortem irritabilitatem musculorum amittunt, eo citius rigore corripiuntur. Cum rigór nondum nimium gradum assecutus erat, saepius parvam irritabilitatem adhuc adesse observavi. Decrementum irritabilitatis et rigorem ipsum non tali ratione inter se coniuncta existimo, ut illud causa huius sit, aut vice versa, sed potius ambo ex uno eodemque statu vitali musculorum originem trahere mihi videntur. Cum verisimile non sit, sanguinem in membris paralyticis ranarum post mortem serius coagulari, ac in iis, quae antea sana fuerant, saltem non tantam differentiam interesse quoad tempus et gradum, quanta secundum experimenta interesse deberet, causam rigoris ex coagulatione sanguinis in vasis capillaribns musculorum non satis explicari posse puto. Praeterea experientia docuit, in hominibus et bestiis, sub aqua suffocatis aut acido hydrocyanico necatis, saepe sanguinem non coagulari et nihilominus rigorem apparere.

b) Medulla spinali nervisque unius lateris dissectis.

Experimentum I.

Ranae, cuius medullam oblongatam acu immissa destruxeram, nervos ad crus sinistrum decurrentes in abdomine dissecui. Vulnus sutura clausum. Crus sinistrum omnino paralyticum, in crure dextro motus reflexivus perstans. Duodecim horis praeterlapsis cor per integumenta leviter pulsans observare licuit. Sacci lymphatici in regione ischiadica tum temporis non amplius sese contrahebant. Cum rana eo tem-

---

1) Burdach *Physiologie B. II. pag. 630.*

pore digitis tangeretur, subito vehementissimus totius corporis spasmus tetanicus oriebatur, per aliquot momenta durans et tremore omnium membrorum finitus. Crus sinistrum neque tetano, neque tremore corripiebatnr. Capite abscisso et nervis utriusque lateris stimulo galvanico expositis, propulerunt crura haec pondera:

Crus sinistrum 41, dextrum 26.

Cum post quatuor horas nervi iterum irritati essent, in crure sinistro leves musculorum contractiones observandi erant; musculi cruris dextri omnino quieti.

Experimentum II.

Alia rana item tractata et post idem tempus necata hanc actionis crurum rationem offerebat:

	Crus sinistrum 56,	dextrum 44,
post quatuor horas	16,	„ 8,
post sex horas	5,	„ levis tantum musc. motus.

Octo horis praeterlapsis nervorum irritatione neque dextrum, neque sinistrum crus convellebatur. Cute ab iis abstersa, musculos liquore Kali caust. illinivi. Musculi cruris sinistri inde tremebant, musculi cruris dextri quiescebant.

Experimentum III.

Medulla spinali ranae inter quartam et quintam vertebram dissecta, nervi sinistri lateris dissecti sunt. Motus reflexivus cruris dextri non turbatus. Non nisi serpendo cum membris anterioribus animal locum mutare poterat. Post tres horas utrumque crus

norma rubrius, maiori vero gradu sinistrum conspiciebatur. Rana post unum diem necata, movebant crura:

	Crus sinistrum	47,	dextrum	24,
post duas horas	.	10,	„	2.

Post quatuor horas musculorum contractiones, etsi nullum per eos pondus moveretur, in crure sinistro alacriores erant, ac in dextro.

In omnibus, quae sequuntur, experimentis eadem ac in hoc casu operatio instituta erat, atque in omnibus ex ea crus utrumque plus norma rubere incepit.

Experimentum IV.

Rana post duos dies necata est.

	Crus sinistrum	24,	dextrum	21,
post duas horas	.	8,	„	5,
post octo horas levis tremor,			„	0.

Experimentum V.

Tempus post operationem idem.

Crus sinistrum 19, dextrum 22.

Musculi cruris sinistri longius stimulo galvanico respondebant, seriusque rigebant.

Experimentum VI.

Tempus quoque idem.

Crus sinistrum 29, dextrum 55.

Crus sinistrum multo serius rigore corripiebatur.

Experimentum VII.

Tres dies post operationem praeterlapsi erant.

	Crus sinistrum	47,	dextrum	43,
post tres horas	.	19,	„	9,
post sex horas	.	3,	„	levis tantum musc. tremor.

Crus dextrum prius sinistro rigebat.

Experimentum VIII.

In hoc casu quoque tres dies post operationem praeteriirant.

	Crus sinistrum 76,	dextrum	90,
post quatuor horas .	13,	„	6,
post sex horas .	2,	„	0.

Crus dextrum prius rigebat.

Experimentum IX.

Praeterierant quatuordecim dies. Motus reflexivus cruris dextri hoc tempore minime turbatus erat. Nervi lateris sinistri omnem contra stimulum galvanicum irritabilitatem amiserant, cum vero nervi lateris dextri eodem stimulo irritati essent, superabat crus dextrum sexaginta drachmas. Musculi cruris sinistri ipsi fluido galvanico expositi tremebant. Post octodecim horas musculi cruris dextri rigore correptos inveni et irritabilitate privatos, cruris sinistri adhuc molles et irritabiles erant.

Experimentum X.

Operatio ante viginti dies instituta erat. Motus reflexivus cruris dextri non minutus. Cum nervi pariter irritarentur, oriebantur in crure sinistro leves tantum musculorum contractiones, dextrum movebat 4. Post octodecim horas musculi ipsi cruris sinistri irritati contrahebantur, in crure dextro rigebant omnemque irritabilitatem amiserant.

Experimentum XI.

In hoc casu septuaginta dies ex medullae et

nervorum lateris sinistri dissectione praeterlapsi erant. Animal valde lassum et emaciatum. Alacritas motus reflexivi in crure dextro eadem ac brevi post operationem. Praeterea in crus dextrum parvus gradus motus voluntarii redierat. Trunco sublevata rana crus dextrum aliquid attrahere, digitos flectere et membranam natatoriam extendere poterat. Facultas saliendi adhuc deerat. Crus sinistrum adhuc omni motu voluntario orbatum; num forsan motui reflexivo iterum aptum evasisset, observare neglexi. Cum medulla oblongata dissecaretur, membrana illa cruris dextri tendebatur. Nervi dissecti massa satis firma aliquid cinerea et pellucida coniuncti, stimulo galvanico vero non respondentes. Nervi lateris dextri irritati musculorum actionem quatuor drachmarum excitabant. Musculi cruris sinistri ipsi irritabiles. Crus dextrum prius, rigore correptum, irritabilitatem amisit.

Experimentum XII.

Ranae ante septuaginta tres dies medulla una cum nervis lateris sinistri dissecta erat. Priusquam eam occiderem, experiebar, num motus voluntarius aut sensilitas in membris posterioribus rediissent. Crus sinistrum minime movere poterat, neque eius irritatione dolore afficiebatur. Dextrum quoque motus voluntarii nullum vestigium praebuit. Quoties crus dextrum pungendo irritabatur, alacres motus in eo oriebantur, crus sinistrum quoque aliquid tremebat. Irritatio cruris sinistri nullos musculorum motus provocabat. Nervi dissecti simili massa coniuncti. Si nervi supra hanc massam vulsella premebantur, leves musculorum motus in crure sinistro, fortiores res in

crure dextro oriebantur; idem observare licuit, quoties pressus infra cicatricem instituebatur. Crus dextrum superabat pondus 60 drachmarum, crus sinistrum quidem convellebatur, sed nulli moli movendae par erat. Post quatuor horas nervi cruris sinistri irritabilitatem amiserant, nervi cruris dextri irritati actionem cruris =27 drachm. incitabant. Musculi ipsi cruris sinistri adhuc irritabiles et molles erant, cum crus dextrum, irritabilitate privatum, iam rigeret.

Experimentum XIII.

Rana ante septuaginta septem dies eodem modo tractata erat. Motus voluntarius in nullo crure redierat. Si cutis femoris sinistri pungebatur, crus dextrum leviter tremebat, idem accidit si eius sura pungebatur. Pes sinister irritatus in crure dextro nullos motus excitabat. Si pes dexter pungebatur, musculi femoris sinistri convellebantur, quod minori gradu accidit, si ceterae cruris dextri partes acu tangebantur. Nervi lateris sinistri massa supra descripta cohaerentes. Pressus et supra et infra hanc massam institutus, couvulsiones utriusque cruris, fortiores vero dextri provocabat. Nervis in machina fluido galvanico expositis leves quidem cruris sinistri convulsiones oriebantur, quibus vero ponderis superandi facultas deerat. Crus dextrum movebat 24 drachmas. Rigor in hoc quoque casu crus dextrum prius infestabat.

Experimentum XIV.

In altera rana, quae idem tempus post operationem vita superstes fuerat, in crure dexto parvus gradus motus voluntarii redierat, uti in exper. XI.

Cetera omnia sese habebant, uti in exper. XII. et XII. Redierat nempe quoque in crus sinistrum motus reflexivus.

Comparata haec experimentorum series cum praegressa, ubi solum nervos unius lateris dissecueram, in paucis tantum discrepat. Elucet ex iis, non solum nervorum, sed etiam medullae spinalis dissectione circulum sanguinis affici. Rubebant vero membra, quorum nervi cum dimidia parte medulla cohaerebant non eo gradu, ac ea, quorum nervi dissecti erant. Primis post operationem diebus ea crura, quorum nervi separati fuerant, nervis galvanice irritatis maiorem molem movere poterant, ac in latere opposito. Haec vero ratio mutabatur hisce in experimentis prius, ac in illis experimentis, ubi medulla intacta, solum nervi dissecti erant. Musculi semper adhuc irritabiles sese offerebant. Musculi eorum crurum, quorum nervi dissecti fuerant, longius irritabilitatem retinebant seriusque rigebant, quam eorum crurum, quorum nervi cum parte medullae cohaeserant. Massam ipsam, qua nervi coaluerant, functionis nervorum participem factam esse ex experimentis XII. XIII. et XIV. elucet. Irritatio enim mechanica nervorum supra illam massam instituta musculorum motus aeque utriusque cruris provocabat, ac si irritatio infra facta erat. Medullam spinalem iterum coalescere et ad functionem redire posse, docent experimenta XI. et XIV. Idem observavi in rana, cui medullam spinalem in medio omnino dissecueram. Motus reflexivi semper valde alacres erant et post duos menses motum voluntarium quoque ex parte rediisse inveni. Me-

dulla spinali in medio dissecta motus crurum reflexivos aeque alacres post duos ad tres menses observavi, ac eo tempore, quo dissectio facta erat. Memoratu digna praecipue videntur experimenta XII. et XIII., quae nervorum dissectorum functionem prius restitui posse, ac medullae spinalis dissectae, docent. In utroque enim casu nervi ita coaluerant, ut crura, ad quae decurrebant, ad motum reflexivum apta essent. Medullae spinalis vero, quae eodem tempore dissecta fuerat, functionem nondum rediisse inde arguitur, quia ne vestigium quidem motus voluntarii redierat in cruribus, quae cum dimidia parte medullae cohaeserant.

De ratione, quae intercedat inter contractionis musculorum gradum eorumque actionem.

De hac re diiudicanda Schwann ingeniosa experimenta instituit. Quae cum uberius enarrata sint a I. Müller[1]) in eius compendio physiologiae, hic, quae invenit, paucis referre sufficit. Quamdiu normalem longitudinem musculus tenet, maxima actione pollet et eo gradu, quo sese contraxit, actio decrescit, ita, ut cum maxime sese contraxerit, nulla gaudeat. Ita eorum opinio refutatur, qui actionem musculorum ex attractione particularum per vim quandam attrahentem explicant, ita ut vis attrahens crescat, eo gradu, quo particulae propius accedant et quidem ratione qua-

1) *Müllers Physiologie Band II. pag. 59.*

dratorum distantiae inversa. Secundum hanc legem musculus minime contractus, minima, et maxime contractus, maxima actione polleret, vi contractionis cum contractione ipsa crescente. Quam Prevost et Dumas de natura contractionis musculorum explicationem proposuerunt, quoque cum iis, quae Schwann invenit, consociare non licet. Ex hac quoque explicatione actio cum contractionis gradu cresceret. Meissner aliam viam in definiendo contractionis fonte ingressus est. Secundum eum cum contractione quoque actio minuitur, sed Schwann numeris demonstravit, actionem, si illius explicatio vera esset, cum contractione non eodem gradu decrescere posse.

Quae sit ratio inter actionem musculorum decrescentem et tempus.

Quotquot hucusque experimenta instituta sunt de irritabilitate quoad tempus, quod durare solebat, et in musculis a cetero corpore omnino seiunctis, et quorum nervi tantum a centris nervorum separati erant, nullum eo consilio institutum invenire mihi contigit, quod rationem decrescentis irritabilitatis ad tempus constitueret. Dum ex illis experimentis elucet membra, quorum nervi solum discissi erant, longius irritabilitatem retinere iis, quae omnino a corpore dissociata erant, et inter haec ea, quae a noxiis momentis optime servabantur, ratio ipsa decrementi ad tempus inventa non erat. Decrescere enim debet

irritabilitas aut aequaliter cum tempore aut alia ratione. Utrum hoc, utrum illud accideret, serie experimentorum statuere operam navavi. Hoc modo rem tractavi. Capite ranae abscisso et nervis membrorum inferiorum nudatis, truncus machinae implicabatur ita quidem, ut eius crura situm inflexum tenerent. Tum plexus nervorum, qui ad crus decurrunt quorumque nexus cum medulla spinali non turbatus erat, certis temporis spatiis vi catenae galvanicae ex lamina zincea et baculo argenteo constitutae exponebatur. Spatia inter singulas irritationes in diversis experimentis diversa, in quolibet singulo aequalia sumebantur. Catena tam saepe claudebatur, donec crus maximam, qua tum temporis pollebat, musculorum intentionem exercuerat et repetita irritatio maiorem provocare non valebat. Priusquam, quae ita inveni, enarro, de quibusdam momentis, quae etsi experimentum turbare possent, vitanda non erant, sermonem faciam necesse mihi videtur. Si inter eius decursum gradus lucis, caloris, humiditatis, densitatis, status electrici aëris admosphaerici mutabatur, hisce certe quoque irritabilitas afficiebatur, ita quidem, ut iisdem temporis spatiis non eadem ratione decrescere posset. Porro, actio galvanica, quamquam iisdem excitatoribus eodemque modo uterer, non ita dirigenda erat, ut quamlibet irritationem aequalis dignitatis fuisse confidere possem. Quarum difficultatum, experimentum sub iisdem conditionibus repetere, A. ab Humboldt[1]) sermonem

1) Cf. *Die gereizte Muskel- und Nervenfaser. Band II. S. 222. Anmerk.*

facit. Nervi ipsi ne inter decursum experimenti citius exsiccarentur, qualibet irritatione peracta, musculis impositis humidi servabantur. Quamdiu experimentum durabat, truncus ranae machinae alligatus erat.

Series rationem, qua actio musculorum decrescebat, exprimentes comparavi cum iis seriebus, quae formari debuissent, si irritabilitas decrescens accurate leges aut seriei arithmeticae, aut geometricae, aut quadratos temporum numeros secuta fuisset. Quae inveni, quo facilius comparari possint, ita hisce propono, ut *a* inventam seriem, *b* seriem numerorum quadratorum temporum, *c* seriem geometricam, logarithmorum ope inventam, *d* denique seriem arithmeticam exprimat. Tempus intermedium inter binas nervorum irritationes cuique experimenta praemittitur; numeri exprimunt drachmas.

Series, quas inveni, hae sunt:

Experimentum I.

Decem sexagesimae horae partes.

a:	32	— 15	— 9	— 6	— 3	— 2	— 0
b:	32	— $22\frac{2}{9}$	— $14\frac{2}{9}$	— 8	— $3\frac{5}{9}$	— $\frac{8}{9}$	— 0
c:	32	— 18,380	— 10,556	— 6,063	— 3,482	— 2.	
d:	32	— $26\frac{2}{3}$	— $21\frac{1}{3}$	— 16	— $10\frac{2}{3}$	— $5\frac{1}{3}$	— 0.

Experimentum II.

Decem sexagesimae horae partes:

a:	$5\frac{1}{2}$	— $1\frac{1}{4}$	— 0.
b:	$5\frac{1}{2}$	— $1\frac{3}{8}$	— 0.
c:	5,500	— 1,250	
d:	$5\frac{1}{2}$	— $2\frac{3}{4}$	— 0.

Experimentum III.

Decem sexagesimae horae partes:

a :	32	18	10	6	$2\frac{1}{2}$	2	0
b :	32	$22\frac{2}{9}$	$14\frac{2}{9}$	8	$3\frac{5}{9}$	$\frac{8}{9}$	0
c :	32	18,380	10,556	6,063	3,482	2	
d :	32	$26\frac{2}{3}$	$21\frac{1}{3}$	16	$10\frac{2}{3}$	$5\frac{1}{3}$	0.

Experimentum IV.

Hora dimidia:

a :	16	7	$3\frac{1}{2}$	1	0.
b :	16	9	4	1	0.
c :	16	6,350	2,520	1	
d :	16	12	8	4	0.

Experimentum V.

Hora dimidia:

a :	32	10	5	0
b :	32	$14\frac{2}{9}$	$3\frac{5}{9}$	0
c :	31,995	12,650	5	
d :	32	$21\frac{1}{3}$	$10\frac{2}{3}$	0.

Experimentum VI.

Hora dimidia:

a :	$16\frac{2}{3}$	12	6	3	1	0
b :	$16\frac{2}{3}$	$10\frac{2}{3}$	6	$2\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
c :	16,681	8,254	4,084	2,021	1	
d :	$16\frac{2}{3}$	$13\frac{1}{3}$	10	$6\frac{2}{3}$	$3\frac{1}{3}$	0.

Experimentum VII.

Hora una:

a :	16	9	$3\frac{1}{2}$	1	0
b :	16	9	4	1	0
c :	16	6,350	2,520	1	
d :	16	12	8	4	0.

Experimentum VIII.

Hora una:

a :	$17\frac{1}{3}$	— 9	— 2	— 0
b :	$17\frac{1}{3}$	— $7\frac{19}{27}$	— $1\frac{25}{27}$	— 0
c :	17,334	— 5,888	— 2	
d :	$17\frac{1}{3}$	— $11\frac{5}{9}$	— $5\frac{7}{9}$	— 0.

Experimentum IX.

Hora una et dimidia:

a :	20	— 7	— 1	— 0
b :	20	— $8\frac{8}{9}$	— $2\frac{2}{9}$	— 0
c :	20	— 4,472	— 1	
d :	20	— $13\frac{1}{3}$	— $6\frac{2}{3}$	— 0.

Quae series, invicem comparatae, persuadere nobis videntur, irritabilitatem nervorum actionemque musculorum in membris, a reliquo corpore separatis, decrescere secundum legem numerorum temporum quadratorum. Serie arithmetica, id est aequaliter cum tempore, actio musculorum in nullo casu decrescebat. In quibusdam experimentis potius legem seriei geometricae in decrescendo sequebatur. Hisce in experimentis cum singulae nervorum irritationes citius repeterentur, ac in ceteris, qua quidem re facilius evenire poterat, ut ratio decrementi turbaretur, illis, in quibus spatia intermedia maiora erant, experimentis magis confidendum esse puto. Maximi profecto momenti foret, si aliis quoque observatoribus eandem, quam ego inveni, decrescentis irritabilitatis legem, quam in rerum natura alias quoque occurrere constat, invenire contingeret.

Quomodo circulus sanguinis turbatus musculos afficiat.

A. Sanguinis arteriosi.

a) Musculis, quamdiu animal vivebat, sibi commissis.

Experimenta de hac re instituta iam supra, ubi de fontibus irritabilitatis musculorum sermo fuit (cf. p. 7 et 8.) enarravi. Docent, membra, quorum arteria ligata erat, minus voluntati parere, post mortem animalis minore actione pollere, prius irritabilitatem amittere priusque rigore mortuali corripi.

b) Contra voluntatem animalis ad contractiones incitatis.

Experimentum I.

Unum tantum huiusmodi experimentum institui. Ranae supra laminam zinceam ligatae, ossis coccygei parte excisa, arteriam iliacam dextram ligatura clausi. Tum arcus argentei una parte curvata omnes, qui ad utrumque crus decurrunt, nervi pariter excipiebantur, cum altera lamina zincea tangebatur. Ita circulum galvanicum claudendo et iterum aperiendo per dimidiam horam pergebatur. Initio utrumque crus aeque alacriter convellebatur, sed iam post decem sexagesimas horae partes motus cruris dextri debiliores fieri inceperunt, sensim, catena clausa, desiderabantur et cum dimidia hora praeteriisset, rarissime tantum et levissimo gradu cruris dextri spasmus excitandus erat. Crus sinistrum ab initio usque ad hoc tempus aeque alacriter convellebatur. Capite

abscisso, irritatione mechanica cruris dextri nullus, cruris sinistri levissimus tantum et non nisi irritatione continuata motus reflexivus provocandus erat. Cum medulla spinalis in medio dissecaretur, crus sinistrum extendebatur, in crure dextro nullus inde motus exstitit. Cum nervi utriusque lateris in machina stimulo galvanico aequi forti exponerentur, propellebat crus sinistrum 40 drachmas, crus dextrum 4 drachmas. Quotuordecim horis praeterlapsis crus dextrum paululum rigidius sinistro; post viginti horas gradus rigoris idem.

B. Sanguinis venosi.

Experimentum I.

Ranae venam cruralem sinistram prope regionem inguinalem ligatura cinxi. Operatione instituta rana crure sinistro aeque bene ac dextro salire poterat, neque haec facultas usque ad mortem turbata est. Post aliquod tempus crus sinistrum rubius tingi et aliquid tumescere incepit. Rana post viginti quatuor horas necata est. Cum in machina nervi utriusque cruris stimulo galvanico aeque forti exponerentur,

Crus sinistrum superabat	22,	dextrum	$24\frac{1}{2}$,
post quatuor horas . . .	3,	„	2,
post sex horas . .	leves muscul. convulsiones		0.

Musculi cruris sinistri longius irritabilitatem retinebant, seriusque rigebant, ac dextri.

Experimentum II.

Rana eodem modo tractata; vena curalis sinistra ligata; phaenomena eadem; post triginta horas animal occisum.

Crus sinistrum suparabat 24,		dextrum 28,
post 4 horas	levis musculorum intentio, nulli ponderi movendo par,	leviores motus.

Post octo horas nervi irritabilitatem amiserant, musculi utriusque cruris convellebantur, quoties catena galvanica in ipsis claudebatur. Post duodecim horas musculi cruris sinistri molles et irritabiles sese offerebant, dum crus dextrum, omni irritabilitate privatum, rigebat.

Experimentum III.

In hoc casu vena cruralis dextra clausa erat; phaenomena eadem; animal sexaginta horas post operationem necatum.

Crus sinistrum superabat	65,	dextrum 52,
post quatuor horas .	12,	„ 17,
post octo horas .	5,	„ 9.

In hoc quoque casu musculos cruris, cuius vena cincta fuerat, longius irritabiles seriusque rigore correptos observavi, ac cruris oppositi.

Omnia haec experimenta circulum sanguinis aliquo modo turbatum actionem musculorum debilitare docent. Influxus sanguinis arteriosi sublatus musculis magis nocet ac recursus sanguinis per venas impeditus. In exper. I. et II. (cf. p. 7.) crura, quorum arteria ligata erat, iam post aliquot horas facultate saliendi privabantur, in iis vero casibus, ubi venas crurales ligatura clauseram, ad mortem usque nullum motus voluntarii decrementum observare poteram. Utrum arteria, utrum vena ligata fuerat, post mortem crura, quorum circulus sanguinis turbatus non

fuerat, maiori actione gaudebant. Quantopere opus sit sanguinis arteriosi influxu ad actionem musculorum conservandam, et, si debilitata irritamentis fuerat, iterum restituendam, optime elucet ex exper. p. 37. sub *b.* narrato. Cum utrumque crus idem tempus et pari stimulo ad actiones incitatum esset, rana occisa, crus, in quod sanguis arteriosus influere potuerat, pondus decies maius, quam alterum, quod sanguine arterioso privatum fuerat, propellere poterat.

Quod attinet tempus, quo rigor apparebat, hoc discrimen observavi. In iis cruribus, quorum arteria cincta fuerat, prius, quorum vena clausa fuerat serius sese manifestabat, ac in iis, quorum circulus sanguinis nullo modo turbatus fuerat.

Qua ratione mutetur actio musculorum Strychnino adhibito.

---

a) Nervis unius lateris dissectis.

Experimentum I.

Postquam omnes, qui ad crus sinistrum decurrunt, nervos in abdomine dissecueram, ranam Strychnino nitrico per vulnus cutis dato infeci. Brevi post vehementissimi totius corporis, crure sinistro excepto, spasmi oriebantur; irritabilitas maxime aucta. Post dimidiam horam spasmi sponte non redierunt, irritatione tantum excitandi. Capite abscisso nervisque nudatis pari stimulo in machina expositis, movebat:

Crus sinistrum , 8, { dextrum leviter tantum tremebat.
post quinque horas 2, 3.

Musculi ipsi cruris dextri prius irritabilitatem contra stimulum galvanicum amiserunt, priusque rigebant.

Experimentum II.

Nervi cruris sinistri dissecti, cetera eadem. Cum post unam horam spasmi sponte non redirent, caput remotum est.

Crus sinistrum movebat 28, dextrum 9,
post sex horas 4, » 12.

Post viginti quatuor horas musculos cruris dextri rigidos omnique irritabilitate privatos inveni, musculi cruris sinistri convellebantur, catena in ipsis clausa.

Experimentum III.

Nervi cruris dextri dissecti, cetera eadem. Cum duabus horis praeterlapsis fortiori tantum irritatione animal convelleretur, caput abscissum est.

Crus sinistrum superabat 38, dextrum 56,
post quatuor horas . . 36, » 26.

Post triginta horas crus sinistrum rigebat, eius musculi irritabilitatem amiserant, crus dextrum paululum quidem, sed non eo gradu rigoris correptum musculorum irritabilitatem adhuc servabat.

Experimentum IV.

Nervi ad crus sinistrum discissi. Phaenomena eadem. Supervivebat rana infectionem viginti horas.

Cum nervi utriusque cruris tum temporis pariter irritarentur.

Crus sinistrum propellebat 8, dextrum 3.

Post quatuordecim horas musculi cruris sinistri aliquid irritabiles, cruris dextri vero rigidi.

Experimentum V.

Nervis lateris sinistri dissectis, solutionem Ext. Nuc. Vom. spir. per vulnus cutis applicavi, satis magna copia. Hora una praeterlapsa irritatione spasmus nullus provocandus erat.

Crus sinistrum superabat 68, dextrum 10.

Post viginti horas crus dextrum omnino rigidum, crus sinistrum in omnibus partubus flexile; illius musculi irritabiles, huius irritabilitate orbati.

Experimentum VI.

Nervi cruris sinistri dissecti. Strychninum nitr. adhibitum. Post octodecim horas respiratio desierat.

Crus dextrum movebat 16, dextrum 12.

Viginti quatuor horis praeterlapsis crus sinistrum non eo rigoris gradu correptum inveni, ac dextrum.

b., arteria unius lateris ligata.

Experimentum I.

Arteria iliaca sinistra ligata, ranam Strychnino nitr. infeci. Unum crus eodem gradu spasmis corripiebatur, quam alterum. Cum post dimidiam horam convulsiones fere desiissent, visceribus abdominis remotis, utriusque lateris nervi eodem stimulo exponebantur.

Crus sinistrum superabat 5 dextrum 8.

Post octodecim horas crus sinistrum rigore correptum eiusque musculos irritabilitate privatos inveni. Musculi cruris dextri tum temporis molles erant et catena in ipsis clausa, alacriter convellabantur. Triginti etiam horis praeterlapsis musculi cruris dextri non eodem rigoris gradu correpti erant.

Experimentum II.

Arteria iliaca sinistra ligata. Cum post duas horas non nisi forti irritatione convulsiones excitarentur, animal necatum et actio crurum comparata est.

Crus sinistrum movebat 7, dextrum 10.

Post viginti horas crus utrumque pari modo flexile; post triginta horas crus sinistrum rigore correptum, crus dextrum molle et irritabile.

Experimentum III.

Arteria iliaca sinistra ligata. Post tres horas irritatio externa vix convulsiones provocabat. Actio crurum haec:

Crus sinistrum superabat 10, dextrum 14.

Post sedecim horas crus slnistrum rigebat post triginta demum horas crus quoque dextrum rigidum.

c. nervis unius lateris dissectis, arteria alterius ligata.

Ranae nervos cruris sinistri dissecui, et arteriam iliacam dextri lateris ligatura cinxi. Post viginti quatuor horas parva vitae vestigia supererant. Capite abscisso actionem crurum mensus sum.

Crus sinistrum superabat 72, dextrum 12.

Post quadraginta horas rigor musculos cruris sinistri non eodem gradu ac dextri occupaverat. Illius

musculi parvam irritabilitatis gradum manifestabant, huius vero omnis irritatio vana erat.

Experimenta sub a narrata rationem proponunt, qua actio musculorum spasmis strychnino provocatis debilitatur. Docent eadem hanc actionem debilitatam, si post mortem musculis quiescendi facultas concedebatur, iterum increscere posse, ad eum immo gradum, ut actionem musculorum lateris oppositi superare par esset. Cf. Exper. I. II. III. Denique resultat ex hisce experimentis, eos musculos, qui nervorum dissectione spasmorum ceteri corporis non participes fuerant, longius irribilitatem retinere seriusque rigere.

Quod attinet experimenta sub b. relata, docemur ex iis, circulum sanguinis omnino sublatum actioni musculorum magis nocere ac influxum sanguinis venenati. Porro, musculi, qui omnino sanguine caruerant, prius rigore corripiebantur. Experimentum sub c. narratum cum ceteris ita concurrit, ut aliquid de eo tractari non opus videatur.

Adnotandum mihi adhuc est, experimentis supra narratis, quod attinet rigorem mortualem, in membris paralyticis ea firmari, quae Ill. A. C. Mayer iam in animadversionibus ad observationes a Nysten factas suspicatus erat. *(Hufeland's Journal 1816 pag. 76 und 79).* Aliud denique experimentis statuere mihi contigit, in fluxum fluidi galvanici continuatum re vera musculos prius ad rigorem proclives reddere.

Vita.

Ego, Eduardus Engelhardt, natus sum Neuhusii, in Guestphalorum finibus, die VII. mensis Maii a. MDCCCXV. patre Philippo Iosepho, matre Henrietta e gente Hilbertz, iam ex quinque annis dira mihi morte abrepta. Fidem amplector catholicam. Primis litterarum elementis imbutus Gymnasium Paderbornense directore Gundolf florens per septem annos frequentavi, ex quo cum testimonio maturitatis dimissus sub finem mensis Octobris anni MDCCCXXXV. almam hanc adii litterarum universitatem Fridericiam Guilelmiam Rhenanam ibique Rectore t. t. Magnifico Freytag in civium academicorum numerum receptus nomen dedi apud Ennemoser Decanum t. t. gratiosi medicorum ordinis Spectatissimum. Lectiones, quas audivi, hae sunt:

I. PHILOSOPHICAE.

Quaestiones Homericae apud Cl. a Schlegel; logice et psychologia apud Cl. van Calker; physice experimentalis apud beat. a Münchow; chemia experimentalis, phytochemia et zoochemia apud Cl. G. Bischof; zoologia apud Cl. Goldfuss; mineralogia apud Cl. Nöggerath; botanice universalis apud Cl. Treviranus; artium theoria et historia apud beat. d'Alton.

II. MEDICAE.

Anatomia generalis et specialis apud Cll. Mayer et Weber; situs viscerum apud Cl. Weber; physiologia apud Cl. Mayer; encyclopaedia medica, pathologia generalis et specialis, pathologia et therapia syphilidis, materia medica apud Cl. Albers; patphologia generalis apud Cl. Harless; materia medica, formulare, medicina forensis, epizootiae apud Cl. E. Bischoff; therapia generalis et specialis, anthropologia, de institutione medici, de experientia et experimentis apud Cl. Nasse; chirurgia, anatomia chirurgica, de morbis oculorum, aciurgia, de fasciis applicandis apud Cl. Wutzer; ars obstreticia, de morbis uteri, de morbis infantum, dé instrumentis obstetritiis, de fracturis et luxationibus apud Cl. Kilian.

In exercitationibus practicis duces mihi fuere: Cll. Mayer et Weber in secandis cadaveribus; Cl. Nasse in clinico propaedeutico et therapeutico; Cl. Wutzer in operationibus in cadavere exercendis, in clinico chirurgico et ophthalmiatrico; Cl. Kilian in exercitationibus ad phantoma instituendis et in clinico obstetricio.

Praeterea egregia benevolentia Cl. Nasse per annum assistentis in clinico medico munere functus sum.

Quibus omnibus viris optime de me meritis gratias quam maximas et habeo et semper habebo.

Theses.

1. *Ad irritabilitatem musculorum et nervi et sanguis faciunt.*

2. *Nervi influxum exercent in circulum sanguinis per vasa capillaria.*

3. *Rigor mortualis non pendet ex coagulatione sanguinis.*

4. *In inflammatione vis vitalis non adaucta.*

5. *In morbis cutaneis cura, quae conditionem vitalem cutis respicit, optima.*

6. *Ligatura arteriarum torsioni praeferenda.*

7. *Perforatoria, quae trepani formam prae se ferunt, optima.*

8. *Methodus sic dicta antiphotogistica in syphilide curanda mercurii usum non exterminabit.*

9. *Uterus gravidus non nisi contractione sese erigere potest.*

10. *Uterus agit sola contractione.*

Explicatio tabulae.

Nititur machina, qua usus sum ad gradum actionis musculorum constituendum, observatione physiologica, secundum quam crura ranarum, omnibus nervis, qui ad ea decurrunt, una irritatis, non flectuntur, sed extenduntur. Ut enim ad saliendum apta essent, opus erat, ut musculi extensorii flexorios vi superarent. Primum instrumenti ideam amico meo, Dr. Herr, debeo. Compluribus vero mutationibus opus erat, priusquam omnibus, quae a tali instrumento desiderari possint, satis responderet.

a et *b* duae laminae zinceae eiusdem magnitudinis, immissae tabulae *g*, quae e ligno abiegno fabrefacta et lacca obducta est. Hisce tabulis superadligatur truncus ranae, cuius crurum actio mensuranda est.

c arcus argenteus, qui cum una parte curvata nervos unius cruris una excipit et tangendo cum altera parte laminam zinceam circulum galvanicum claudit.

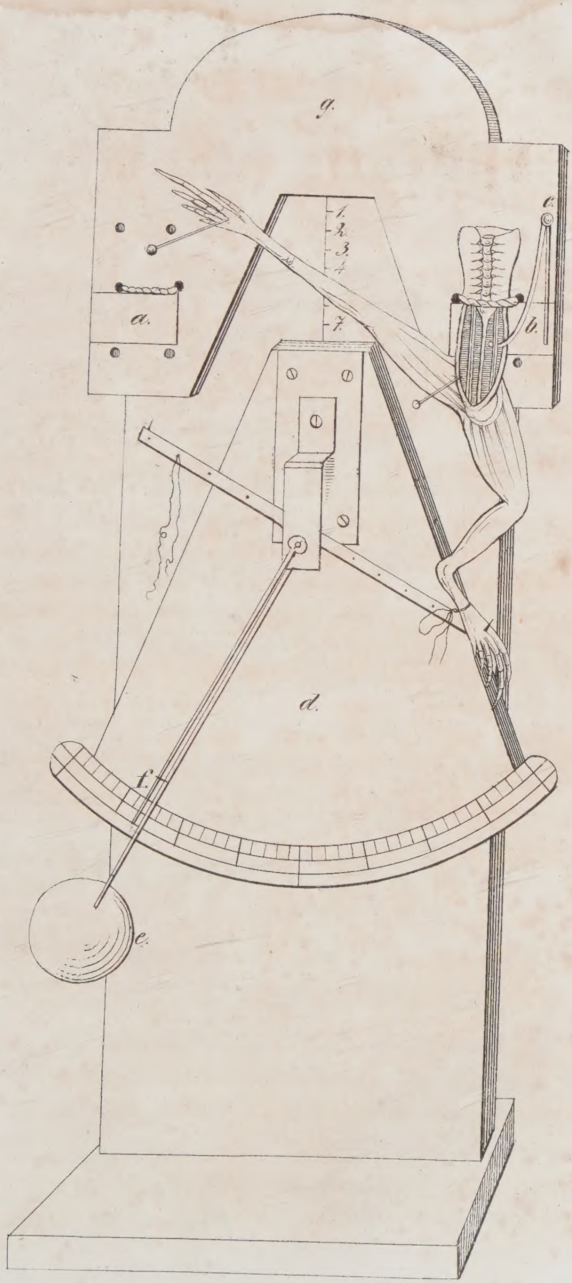
d tabula lignea, quae cochlea in facie posteriori tabulae *g* proprius admoveri potest prout, crura maiora aut minora sunt.

e exhibet globum plumbeum, qui, vecti metallico cum iugo, cui pedes alligantur, firme cohaerens, musculorum intentione in scala plus minusve moveri potest.

f index, spira elastica instructus, quo fit, ut, in eo loco, quem impulsu styli parvi, ex vecti prominentis, in scala obtinuit, immobilis teneatur.

Ponderibus, iugo alligatis, antea repertum est, quot drachmas quisque scalae gradus exprimat.

Exhibet tabula machinam ipsam dimidio minorem.



Lith. v. Henry & Cohen in Bonn.